

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-297993

(43)公開日 平成5年(1993)11月12日

(51)IntCl.⁵
G 0 6 F 1/32

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

7165-5B

G 0 6 F 1/ 00

3 3 2 Z

審査請求 未請求 請求項の数1(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-96780

(22)出願日 平成4年(1992)4月16日

(71)出願人 591014178

ダイヤセミコンシステムズ株式会社
東京都世田谷区新町1丁目23番9号

(72)発明者 池田 治

東京都世田谷区新町1-23-9 ダイヤセ
ミコンシステムズ株式会社内

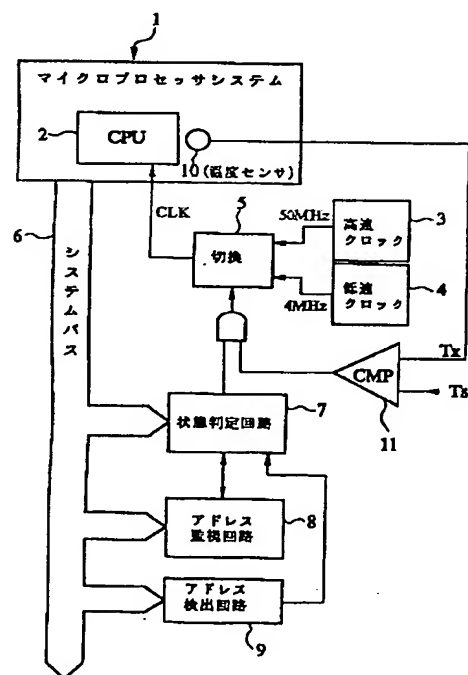
(74)代理人 弁理士 一色 健輔 (外2名)

(54)【発明の名称】 マイクロプロセッサの駆動制御装置

(57)【要約】

【目的】 マイクロプロセッサの処理能力、処理速度を見掛け上全く低下させずに、不必要な消費電力を低減させる。マイクロプロセッサが過熱したときにプログラム実行動作を継続しながら発熱を抑える。

【構成】 プロセッサ2が高速処理を必要としない時には消費電力・処理速度の小さなモードで動作させる。プロセッサ2の周辺温度を温度センサ10で検出し、過熱状態になったときに処理速度・消費電力の小さな動作モードに切り換え、発熱を少なくする。



BEST AVAILABLE COPY

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 マイクロプロセッサの駆動条件を変化させて処理速度と消費電力を連動して変化させる駆動条件変更手段と、

前記プロセッサによるプログラム実行状態に応じた適切な処理速度になるように前記駆動条件変更手段を制御するプログラム実行状態適合手段と、

前記プロセッサの周辺温度を検出し、過熱状態になったときに前記プログラム実行状態適合手段に優先して前記駆動条件変更手段を制御して前記プロセッサの消費電力を低下させる発熱状態適合手段と、
を備えたことを特徴とするマイクロプロセッサの駆動制御装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 この発明は、例えばバッテリーで動作する携帯型のパーソナルコンピュータのようなマイクロプロセッサ利用機器に関し、特に、マイクロプロセッサの駆動条件を状態に応じて適切に制御するマイクロプロセッサの駆動制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 例えば特開平2-178818号公報に見られるように、コンピュータシステムの各部の動作状態に応じて、実質的な仕事を行っていない休止状態になっている部分への給電を停止することで、システム全体の消費電力を減らすという技術があり、様々な形態で具体的に実施されている。特にバッテリー駆動の可搬型パーソナルコンピュータについては、小型・軽量のバッテリーでできるだけ長時間動作できるようにするために、この種の節電技術が盛んに研究されている。

【0003】 従来のある種のパーソナルコンピュータではレスト・モードとスリープ・モードと呼ぶ2種類のスタンバイ機能を備えている。レスト・モードは、一定時間CPUが動作しないと、自動的に動作周波数を16MHzから1MHzに下げる機能である。さらに一定時間が経過すると自動的にスリープ・モードに入る。スリープ・モードでは電源供給が停止する。どちらのモードで動作していても、任意のキーを押すことで通常モードに復帰する。スタンバイ・モードに入る時間はユーザが任意に設定することができる。

【0004】 ここで「一定時間CPUが動作しない」ことが節電状態（前記のスタンバイ・モード）に移行する条件となっている。具体的には、キーボードからの入力や通信コントローラからの入力など、CPUの仕事を開始する外部要因が一定時間以上発生しなかった時に、節電状態に移行するようになっている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 一般的なパーソナルコンピュータで日本語ワードプロセッサや表計算などのアプリケーションソフトを実行している場合、最近の高性能なマイクロプロセッサ（CPU）の処理速度はオペレータによるキーボード入力速度に比べてはるかに高速であり、CPUが次の仕事の起動要因を待つ状態が頻繁に生じているのが普通である。そのようなCPUの実質休止状態をとらえて前記のような節電状態（CPUの消費電力および処理速度がともに小さい状態）に移行することができれば、おおいに効果がある。この種の節電制御技術をさらに進歩させ、マイクロプロセッサの実質上の処理能力、処理速度を低下させることなく、実動作上での不必要な電力消費を削減できるようにすることが強く望まれている。

【0006】 また、マイクロプロセッサの不必要な消費電力を削減することは、バッテリーでの使用時間を長くする面からだけではなく、マイクロプロセッサ利用機器の熱設計の面でも有利になる。処理能力および処理速度の大きなマイクロプロセッサほど消費電力が大きく、したがって発熱も大きい。いわゆるノート型パーソナルコンピュータや電子手帳などを設計するにあたり、発熱部品が過熱状態にならないように放熱を考えた実装設計をすることが非常に重要な問題である。十分な容量の放熱用ファンやフィンを用いれば素子過熱の恐れはなくなるが、小型軽量化がきわめて重要なノート型パーソナルコンピュータなどでは非常に困難な熱設計を強いられる。

【0007】 この発明は以上のような技術的課題に鑑みなされたもので、その目的は、マイクロプロセッサのプログラム実行状態に応じて不必要な消費電力を削減することと、プロセッサの過熱を防ぐこととを共通の構成要素により簡単に実現することができるようにしたマイクロプロセッサの駆動制御装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 この発明のマイクロプロセッサの駆動制御装置は、マイクロプロセッサの駆動条件を変化させて処理速度と消費電力を連動して変化させる駆動条件変更手段と、前記プロセッサによるプログラム実行状態に応じた適切な処理速度になるように前記駆動条件変更手段を制御するプログラム実行状態適合手段と、前記プロセッサの周辺温度を検出し、過熱状態になったときに前記プログラム実行状態適合手段に優先して前記駆動条件変更手段を制御して前記プロセッサの消費電力を低下させる発熱状態適合手段とを備えたものである。

【0009】

【作用】 前記駆動条件変更手段は、マイクロプロセッサを処理速度が大きくて消費電力大きい状態で動作させたり、消費電力が小さくて処理速度も小さい状態で動作させることができる。前記プログラム実行状態適合手段は、マイクロプロセッサが高速処理を求められている状態では処理状態・消費電力が大きい状態で駆動させるようにし、特に高速処理を求められていない実質休止状態の時は処理速度・消費電力が小さな状態で駆動させる。

【0010】また、前記発熱状態適合手段は温度センサによって検出されるマイクロプロセッサの周辺温度に基づいて動作し、予め設定された過熱状態になったときにマイクロプロセッサを処理速度・消費電力が小さい状態で駆動させる。

【0011】

【実施例】図1はこの発明の一実施例によるマイクロプロセッサの駆動制御装置の概略構成を示している。この実施例では、マイクロプロセッサシステム1はCPU2としてインテル社製のマイクロプロセッサ80486SXを用いたノート型パーソナルコンピュータを想定している。

【0012】システム1のCPU2に与えるCPUクロック信号の周波数を変えることで、CPU2を処理速度・消費電力の大きな高速モードで動作させるか、処理速度・消費電力の小さな低速モードで動作させるかを切り換えることができる。図1において、高速クロック発生回路3は例えば50MHzのクロック信号を出力し、低速クロック発生回路4は例えば4MHzのクロック信号を出力する。両クロック信号の一方が切換回路6で選択されてCPU2に供給される。このクロック切換部分が前述の駆動条件変更手段に相当する。

【0013】次に、前述のプログラム実行状態適合手段に相当する部分を説明する。マイクロプロセッサシステム1のシステムバス6には状態判定回路7とアドレス監視回路8とアドレス検出回路9が接続され、これらによってCPU2のプログラム実行状態が監視され、切換回路5を切り換える節電制御が行われる。

【0014】アドレス監視回路8は状態判定回路7からの制御信号によってアドレス記憶モードとアドレス比較モードのいずれかで動作する。アドレス記憶モードでは、最初に記憶内容をクリアし、その後CPU2がアクセスしたアドレスを適宜なアドレス分解能で記憶する（CPU2があるアドレスをアクセスすると、回路8における該当の記憶セルに“1”がセットされる）。このアドレス記憶モードで記憶したアドレス群のことを以下では学習アドレスと称する。また、アドレス監視回路8がアドレス比較モードで動作すると、CPU2がアクセスするアドレスと前述の学習アドレスとが順次比較され、学習アドレス以外のアドレスが新たにアクセスされたとき、アドレス監視回路8から不一致信号が状態判定回路7に向けて出力される。

【0015】また、この実施例のシステム1はオペレーティングシステムとしてMS-DOSを備えたものとする。80486SXのローパワーで動作するMS-DOSアプリケーションプログラムは、特定のアドレスに割り当てられている割り込みベクターテーブルを利用して処理を行う。この割り込みベクターテーブル中には、キーボード入力に回答して入力データを取り込むためのソフトウェア割り込み機能や、キーボード入力の有無をチ

ェックするためのソフトウェア割り込み機能などが設定されている。図1のアドレス検出回路9は、前記割り込みベクターテーブル中の前記の2つのソフトウェア割り込みベクターがアクセスされたことを個別に検出する回路であり、その検出信号は以下のように状態判定回路7によって制御に利用される。

【0016】状態判定回路7によるCPU2のプログラム実行状態の監視と節電制御の処理手順を図2のフローチャートに示している。

【0017】図2に示すように、最初のステップ100では初期設定として高速クロック発生回路7からの50MHzのクロック信号をCPU2に供給し、CPU2を高速モードで動作させる。そしてステップ101では学習時間Txを下限値100μsecに設定する。次のステップ102ではアドレス監視回路8をクリアした後、学習時間Txだけアドレス記憶モードで動作させる。これにより時間Tx内にCPUがアクセスしたアドレスブロックがアドレス監視回路8に記憶される（これが学習アドレスである）。

【0018】次のステップ103では、学習時間Txに応じて設定される監視時間Ty（Txより適宜に大きい値）のタイマをスタートし、アドレス監視回路8をアドレス比較モードで動作させる。そして前記Tyタイマにより、時間Ty内にCPUが前記学習アドレス以外をアクセスするか否かを監視する（ステップ103、104）。時間Ty内に学習アドレス以外がアドレスされると、その時点でステップ104→105と進み、学習時間Txに100μsecを加えた値を新たな学習時間Txとし、ステップ106で学習時間Txが上限値10msecを超えているか否かをチェックする。Txが10msec以内であればステップ102に戻って学習処理を実行し、Txが100msecを超えていればステップ101に戻ってTxを下限値100μsecにしてからステップ102に進む。

【0019】以上のステップ100～106では、学習時間Txと監視時間Tyを下限値から上限値に向けて漸増させながら、ステップ102の学習処理と、ステップ103、104、105の監視処理を繰り返し、「時間Ty内に学習アドレス以外がアクセスされない」という反復アクセス状態を検出していることになる。

【0020】「時間Ty内に学習アドレス以外がアクセスされない」という反復アクセス状態が検出されると、ステップ104から107に進み、CPU2のプログラム実行状態が以下の除外条件に当てはまるかどうかを判定し、当てはまらなければステップ108に進む。ステップ108では、切換回路5を切り換えて低速クロック発生回路4からの4MHzのクロック信号によりCPU2を低速モードで動作させる。その後ステップ109で、CPU2が前記の反復アクセス状態から脱出したか否かを監視し続け、反復アクセス状態から脱出した場合

に最初のステップ100に戻り、高速クロック発生回路3からの50MHzのクロック信号でCPU2を動作させる高速モードに戻り、以上述べた処理を再び行う。

【0021】なおステップ107での除外条件とは、①キーボード入力取り込みのためのソフトウェア割り込みベクターのアドレスが直前の一定時間内にアクセスされた場合、②キーボード入力をチェックするためのソフトウェア割り込みベクターのアドレスが過去一定時間以上アクセスされていない場合、③ビデオメモリ空間として割り当てられているアドレスがアクセスされている場合である。

【0022】またステップ109では、具体的に次のようにして反復アクセス状態の脱出を検出する。アドレス監視回路8を比較モードで動作させ、ステップ102の実行によって記憶された学習アドレス以外がアクセスされるか否かを監視し続ける。学習アドレス以外がアクセスされれば反復アクセス状態から脱出したと判定する。また学習アドレス以外がアクセスされなくても、キーボード入力の読み込みのためのソフトウェア割り込みベクターのアドレスがアクセスされた場合も、ただちに反復

アクセス状態から脱出したと判定する。

【0023】このようにして、CPU2が約20msec以下の時間範囲内であるアドレス群のみを反復してアクセスしている状態を検出し、そのような反復アクセス状態を検出している期間中は（前述の除外条件成立の場合は除く）CPU2を低速モードで動作させる。

【0024】以上がこの実施例におけるプログラム実行状態適合手段の構成と動作であるが、以下ではこれの効果について詳述する。

【0025】前述した従来の技術では「CPUの仕事が起動する要因が一定時間以上発生しない」ことをもってCPUが実質休止状態にあると判定して節電モード（低速モード）に移行するようになっている。この従来技術を一般的なパーソナルコンピュータに適用する場合は、前記の「一定時間」を数十秒以上に設定する必要がある、充分な節電効果が得られないという問題がある。例えばワードプロセッサのソフトウェアを使用している状態を想定する。オペレータが文章を考えながらキー入力する場合、キー入力速度よりもCPUの処理速度の方が圧倒的に速い場合が多く、あるキー入力から次のキー入力までの間に数十ミリ秒から数秒程度の実質休止状態を生じる機会が非常に多い。だからといって前述の従来の節電制御方法における「一定時間」を例えば1秒～数秒程度に設定したのでは、少し時間のかかる文書の移動や辞書ファイルの整理などの仕事を行っている最中に節電状態に移行してしまう。そこで充分な安全度を見込んで「一定時間」を十分に長くして数十秒～数分間に設定する必要がある。そうすると頻繁に発生している短時間の実質休止状態に対しては節電機能が働かず、充分な節電効果は得られない。

【0026】以上のような従来技術と比較した場合、本実施例のプログラム実行状態適合手段は次のような作用効果を有する。

【0027】CPUがループ性のプログラムを反復して実行している場合、そのループを構成する命令群の格納されているアドレスは、ほとんどの命令において固有のものである。従ってループ性プログラムを実行している状態では、CPUはある限られたアドレス群のみを反復してアクセスすることになる。その反復周期をTとすると、前記反復アクセス検出手段において少なくとも $(2 \times T + \alpha)$ 時間だけCPUのアクセスアドレスの遷移状況を監視することで、前記の反復アクセス状態を検出することができる。

【0028】システムがキーボードからの入力を待っているような実質休止状態では、CPUは非常に短い周期の反復アクセス状態になっている。そこで適宜に設定した時間範囲内で反復アクセス状態が検出されたとき、CPUの動作モードを高速モードから低速モードに切り換える。また何らかの有効な仕事が起動されると、CPUは前記の反復アクセス状態から抜け出すが、そのとき動作モードを高速モードに戻す。こうすることでシステムのオペレーションに全く支障を与えずに、ごく短時間の節電期間を頻繁に作り出すことができるのである。

【0029】次に、発熱状態適合手段の実施例について説明する。

【0030】図1に示すように、システム1の実装基板上におけるCPU2の近傍に温度センサ10を取り付け、CPU2の周辺温度を検出する。そして、温度センサ10による検出温度 T_x と適宜な設定温度 T_s とをコンパレータ11で随時比較する。検出温度 T_x が設定温度 T_s より小さい場合はコンパレータ11の出力が“1”に保たれる。この状態では、前述のように状態判定回路7からの制御信号によって切換回路5が動作する。何らかの原因によって温度センサ10の検出温度 T_x が設定温度 T_s を超えると、コンパレータ11の出力が“0”に反転する。この信号によって切換回路5は強制的に低速クロック発生回路4側に切換られ、状態判定回路7からの制御信号の如何にかかわらず、CPU2を4MHzの低速クロックにより低速モードで動作させる。

【0031】つまり、システム1が高温の雰囲気下におかれたり、CPU2の高速処理状態が長時間続くなど、悪条件が重なってCPU2の周辺温度が異常上昇した場合、コンパレータ11の出力によってCPU2が強制的に低速モードに切り換えられ、状態判定回路7のモード切換制御信号は無効になる。これにより、処理速度は遅くなるもののCPU2の動作を継続しながら、消費電力すなわち発熱量が小さい状態に移行することになる。そのため、それ以上CPU2の温度が上昇するのを防ぐことができる。CPU2の周辺温度が低下してきてコンパ

7

レータ 11 の出力が再び反転すると、状態判定回路 7 のモード切換機能が有効となり、前述のように動作する。

【0032】なお、前記実施例における駆動条件変更手段は CPU クロックの周波数を高低 2 段階に切り換えるものであったが、本発明はこれに限定されない。CPU クロック周波数をプログラム実行状態に応じて 3 段階以上に変更するように構成してもよい。また、この他にも CPU の電源電圧を変更するとか、適切な間隔で CPU を間欠的に動作させる制御方式とか、CPU のアクセスレートを変化させるなどの制御方式が考えられる。また、前記プログラム実行状態適合手段および発熱状態適合手段の具体的な構成および動作も前記実施例に限定されるものではない。さらに、CPU 2 が高速モードで駆動されているか低速モードで駆動されているのかを LED ランプなどで表示するのが望ましい構成である。

【0033】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、この発明よれば、マイクロプロセッサが実質的な仕事の起動を待っている実質休止状態になったときにプロセッサを処理速度と消費電力が小さいモードで動作させ、実用上の処理能力を低減させることなく、無駄な電力消費を削減することができる。しかも、その動作モードの変更機能を利

8

用し、マイクロプロセッサが過熱状態になったときに処理速度を犠牲にして強制的に消費電力の小さい動作モードに移行させることができる。これにより低速ながらもプロセッサは処理を続け、それ以上の過熱を防止することができる。この制御機能によってプロセッサの発熱がある限度内に押さえることができるので、ノート型パーソナルコンピュータや電子手帳といったマイクロプロセッサ利用機器の熱設計が容易になり、マイクロプロセッサおよび周辺回路の実装密度を高くし、より小型軽量の機器を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

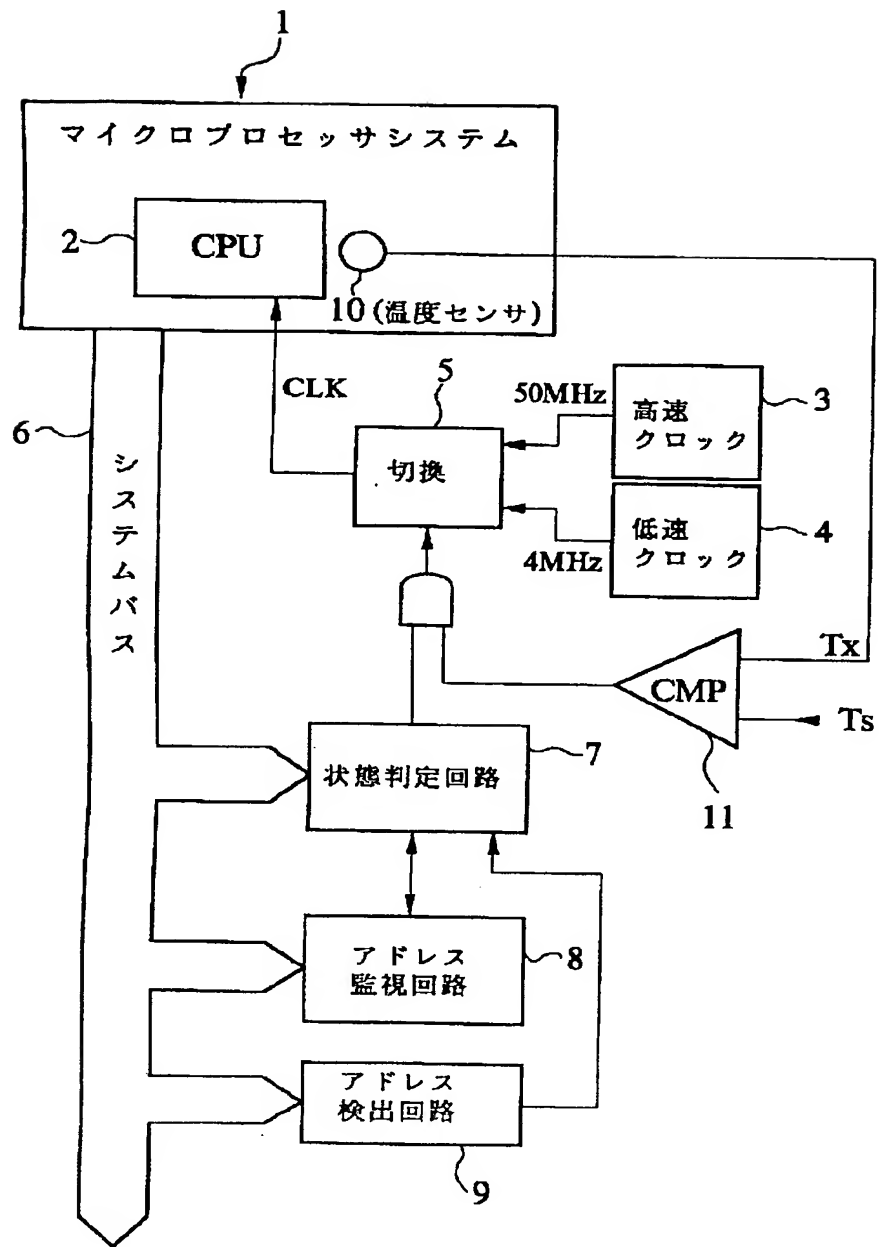
【図 1】この発明の一実施例によるマイクロプロセッサの駆動制御装置の概略構成図である。

【図 2】図 1 における状態判定回路の処理手順を示すフローチャートである。

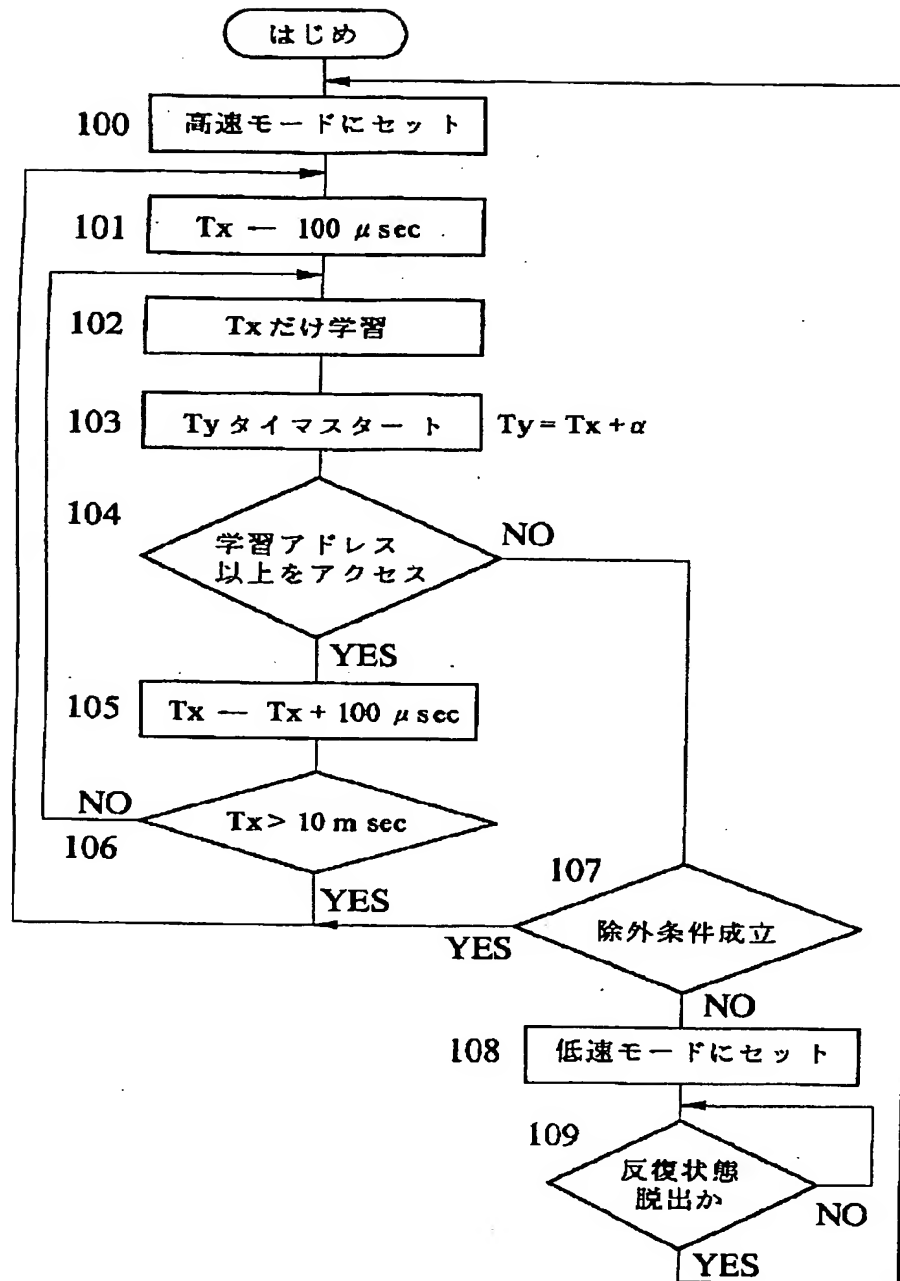
【符号の説明】

- 2 CPU
- 5 クロック切換回路
- 7 状態判定回路
- 8 アドレス監視回路
- 10 温度センサ
- 11 コンパレータ

【図1】



【図2】



THIS PAGE BLANK (USPTO)